

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:	PROGETTISTA:	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE
RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI 	Ing. FEDERICO DURASTANTI	Ing. PIETRO MAZZOLI Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche

## PROGETTO ESECUTIVO

### ITINERARIO NAPOLI-BARI

### RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO

### 1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO-FRASSO TELESINO E VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL COMUNE DI MADDALONI

RI00 - Linea Canello-Frasso Telesino

Opere di sostegno di linea dal km 15+637 al km 15+707

Relazione di calcolo

APPALTATORE	SCALA:
Consorzio CFT IL DIRETTORE TECNICO Geom. C. BIANCHI 10-07-2018	-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I	F	1	N	0	1	E	Z	Z	C	L	R	I	0	0	0	5	0	0	6	A
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	E.Sellari	10-07-2018	F.Durastanti	10-07-2018	P. Mazzoli	10-07-2018	F.Durastanti
								10-07-2018

File: IF1N.0.1.E.ZZ.CL.RI.00.0.5.006.doc

n. Elab.:

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RI00 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>2 di 42</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	2 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	2 di 42								

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVE E RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI.....</b>	<b>5</b>
2.1	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....</b>	<b>6</b>
3.1	<b>CALCESTRUZZO.....</b>	<b>6</b>
3.2	<b>ACCIAIO DI ARMATURA .....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA .....</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>CRITERI PROGETTUALI .....</b>	<b>9</b>
5.1	<b>VITA NOMINALE.....</b>	<b>9</b>
5.2	<b>CLASSE D'USO .....</b>	<b>9</b>
5.3	<b>PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA .....</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI STATICI DI PROGETTO.....</b>	<b>9</b>
6.1	<b>STATICA DELLE TERRE E DELL'ACQUA .....</b>	<b>9</b>
6.2	<b>PESO PROPRIO .....</b>	<b>11</b>
6.3	<b>PESO PROPRIO BARRIERA ANTIRUMORE.....</b>	<b>11</b>
6.4	<b>AZIONE DEL VENTO.....</b>	<b>11</b>
6.5	<b>AZIONE DEL SOVRACCARICO A TERGO DELLA PARATIA.....</b>	<b>14</b>
<b>7</b>	<b>DETERMINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO.....</b>	<b>14</b>
7.1	<b>VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA .....</b>	<b>14</b>
7.1.1	<b>CATEGORIE DI SOTTOSUOLO .....</b>	<b>14</b>
7.1.2	<b>CONDIZIONI TOPOGRAFICHE .....</b>	<b>14</b>
7.1.3	<b>AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA E TOPOGRAFICA.....</b>	<b>15</b>
7.1.4	<b>SPETTRI DI RISPOSTA SLV .....</b>	<b>16</b>
7.2	<b>ANALISI PSEUDOSTATICA.....</b>	<b>18</b>
7.2.1	<b>CALCOLO INERZIA SISMICA SULLA PARATIA.....</b>	<b>20</b>
7.2.2	<b>CALCOLO INERZIA SISMICA SULLA BARRIERA .....</b>	<b>20</b>
7.2.3	<b>CALCOLO DELLA SPINTA SISMICA.....</b>	<b>21</b>
<b>8</b>	<b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITI .....</b>	<b>23</b>
8.1	<b>CRITERI DI VERIFICA STRUTTURALE .....</b>	<b>27</b>
8.1.1	<b>CRITERI DI VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.....</b>	<b>27</b>
8.1.2	<b>VERIFICHE PER GLI STATI LIMITE ULTIMI A FLESSIONE-PRESSOFLESSIONE .....</b>	<b>27</b>
8.1.3	<b>VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI A TAGLIO .....</b>	<b>27</b>
8.2	<b>VERIFICA AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO .....</b>	<b>27</b>

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RI00 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>3 di 42</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	3 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	3 di 42								

<b>9</b>	<b>METODO DI ANALISI - CALCOLO PARATIA .....</b>	<b>27</b>
<b>10</b>	<b>MODELLO DI CALCOLO .....</b>	<b>31</b>
10.1	FASI DI CALCOLO .....	31
10.2	STATO LIMITE ULTIMO STR E SIS.....	34
10.3	STATO LIMITE DI ESERCIZIO.....	36
10.4	SPOSTAMENTI.....	37
10.5	SOLLECITAZIONI MASSIME .....	38
10.6	VERIFICHE STRUTTURALI .....	38
10.6.1	SEZIONE DI VERIFICA.....	38
10.7	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	41
<b>11</b>	<b>INCIDENZE.....</b>	<b>42</b>
<b>12</b>	<b>ALLEGATO 1.....</b>	<b>42</b>
<b>13</b>	<b>ALLEGATO 2.....</b>	<b>42</b>

RI00 - Linea Canello - Frasso Telesino  
Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	4 di 42

## 1 PREMESSA

Nell'ambito dell'Itinerario Napoli-Bari si inserisce il Raddoppio della Tratta Canello – Benevento - 1° Lotto Funzionale Canello-Frasso Telesino e Variante alla Linea Roma-Napoli Via Cassino nel Comune di Maddaloni (compreso il Collegamento Merci con lo scalo di Marciianise - Collegamento Benevento-Marciianise) oggetto della Progettazione esecutiva in esame.

Nella presente relazione sono illustrati i calcoli e le verifiche della paratia di pali  $\Phi 800$ , lunghezza 12 m ed interasse 1.00 m che si sviluppa dal km 15+637 al km 15+707. Sulla paratia è posta una barriera antirumore tipo H4; l'altezza massima di scavo è pari a 2.20 m.

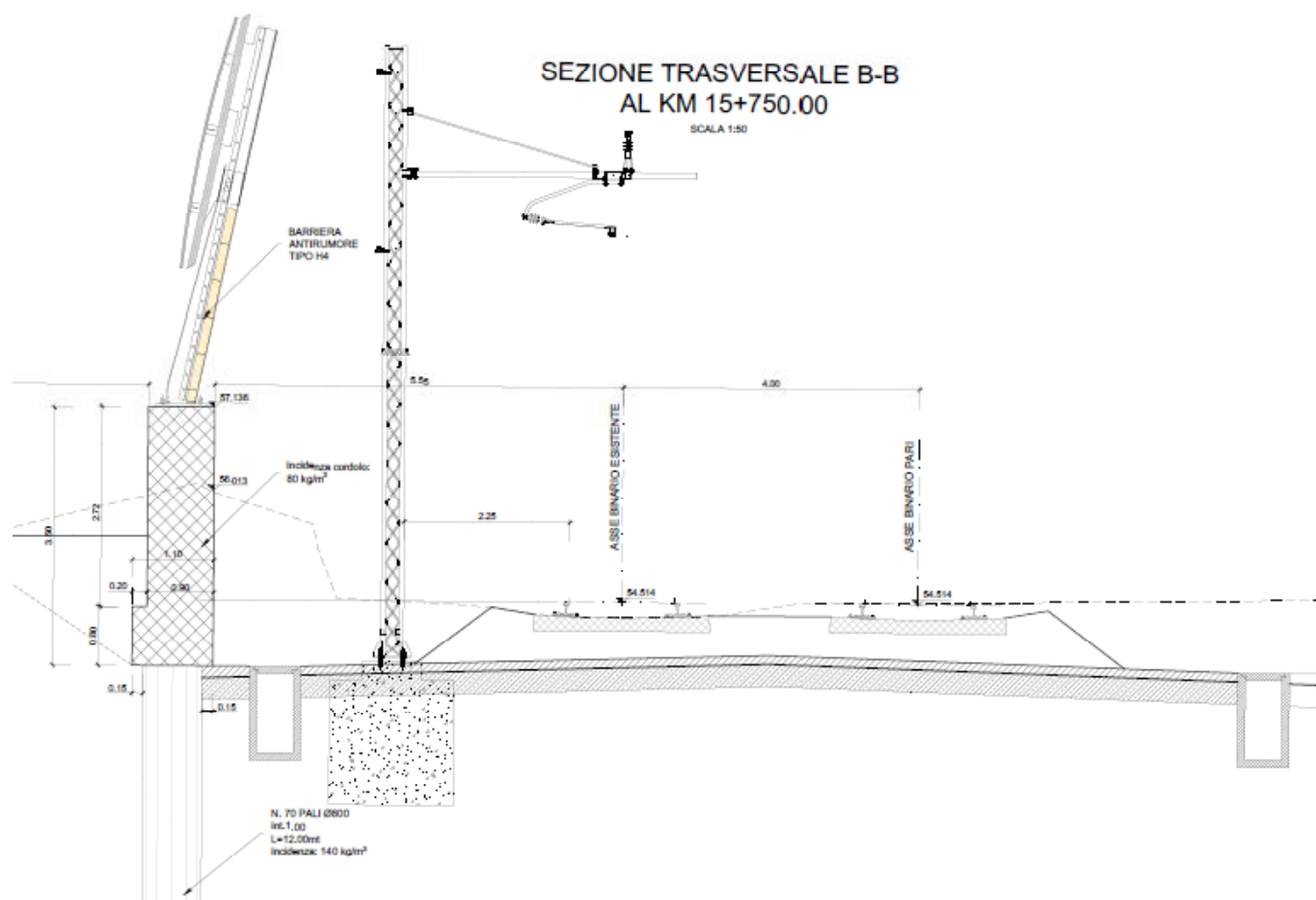


Figura 1 – Sezione di calcolo

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RI00 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>5 di 42</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	5 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	5 di 42								

## 2 NORMATIVE E RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

### 2.1 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

- Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni»
- Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»
- Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 001 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario
- Istruzione RFI DTC INC CS SP IFS 001 - Specifica per la progettazione geotecnica delle opere civili ferroviarie
- Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 002 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di cavalcavia e passerelle pedonali sulla sede ferroviaria
- Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 003 - Specifica per la verifica a fatica dei ponti ferroviari
- Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 004 - Specifica per la progettazione e l'esecuzione di impalcati ferroviari a travi in ferro a doppio T incorporate nel calcestruzzo
- Istruzione RFI DTC INC PO SP IFS 005 - Specifica per il progetto, la produzione, il controllo della produzione e la posa in opera dei dispositivi di vincolo e dei coprigiunti degli impalcati ferroviari e dei cavalcavia
- Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema "infrastruttura" del sistema ferroviario dell'Unione europea

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>R100 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>6 di 42</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	6 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	6 di 42								

## 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

### 3.1 CALCESTRUZZO

#### Pali

$\gamma_c$  = peso specifico = 25.00 kN/m<sup>3</sup>

Classe di resistenza = C25/30

$R_{ck}$  = resistenza cubica = 30.00 N/mm<sup>2</sup>

$f_{ck}$  = resistenza cilindrica caratteristica = 0.83  $R_{ck}$  = 24.90 N/mm<sup>2</sup>

$f_{cm}$  = resistenza cilindrica media =  $f_{ck} + 8$  = 32.90 N/mm<sup>2</sup>

$f_{ctm}$  = resistenza a trazione media =  $0.30 * f_{ck}^{(2/3)}$  = 2.55 N/mm<sup>2</sup>

$f_{ctm}$  = resistenza a traz. per flessione media =  $1.20 * f_{ctm}$  = 3.06 N/mm<sup>2</sup>

$f_{ctk}$  = resistenza a traz. per flessione caratt. =  $0.70 * f_{ctm}$  = 2.14 N/mm<sup>2</sup>

$E_{cm}$  = modulo elast. tra 0 e 0.40  $f_{cm}$  =  $22000 * (f_{cm}/10)^{0.3}$  = 31447 N/mm<sup>2</sup>

Copriferro = 60 mm

#### Cordolo di collegamento

$\gamma_c$  = peso specifico = 25.00 kN/m<sup>3</sup>

Classe di resistenza = C30/37

$R_{ck}$  = resistenza cubica = 37.00 N/mm<sup>2</sup>

$f_{ck}$  = resistenza cilindrica caratteristica = 0.83  $R_{ck}$  = 30.71 N/mm<sup>2</sup>

$f_{cm}$  = resistenza cilindrica media =  $f_{ck} + 8$  = 38.71 N/mm<sup>2</sup>

$f_{ctm}$  = resistenza a trazione media =  $0.30 * f_{ck}^{(2/3)}$  = 2.94 N/mm<sup>2</sup>

$f_{ctm}$  = resistenza a traz. per flessione media =  $1.20 * f_{ctm}$  = 3.53 N/mm<sup>2</sup>

$f_{ctk}$  = resistenza a traz. per flessione caratt. =  $0.70 * f_{ctm}$  = 2.47 N/mm<sup>2</sup>

$E_{cm}$  = modulo elast. tra 0 e 0.40  $f_{cm}$  =  $22000 * (f_{cm}/10)^{0.3}$  = 33091 N/mm<sup>2</sup>

Copriferro = 40 mm

### 3.2 ACCIAIO DI ARMATURA

Tipo = B 450 C

$\gamma_a$  = peso specifico = 78.50 kN/m<sup>3</sup>

$f_{y\ nom}$  = tensione nominale di snervamento = 450 N/mm<sup>2</sup>

$f_{t\ nom}$  = tensione nominale di rottura = 540 N/mm<sup>2</sup>

$f_{yk\ min}$  = minima tensione caratteristica di snervamento = 450 N/mm<sup>2</sup>

$f_{tk\ min}$  = minima tensione caratteristica di rottura = 540 N/mm<sup>2</sup>

$(f_t/f_y)_{k\ min}$  = minimo rapporto tra i valori caratteristici = 1.15

$(f_t/f_y)_{k\ max}$  = massimo rapporto tra i valori caratteristici = 1.35

$(f_y/f_{y\ nom})_k$  = massimo rapporto tra i valori nominali = 1.25

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RI00 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>7 di 42</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	7 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	7 di 42								

$(A_{gt})_k$  = allungamento caratteristico sotto carico massimo = 7.5 %

E = modulo di elasticità dell'acciaio = 206000 N/mm<sup>2</sup>

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RI00 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>8 di 42</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	8 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	8 di 42								

## 4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

Nella tabella seguente si riassume la stratigrafia presa come riferimento per la progettazione.

Strato	Profondità Da (m da p.c.)	Profondità a (m da p.c.)	Descrizione	N <sub>SPT</sub> (colpi/30cm)
1	0.0	3.0	Limi sabbiosi	-
2	3.0	25.0	Sabbie limose piroclastiche (tufo grigio campano in facies sciolta)	20 - 40
<b>Profondità della falda: 3 ÷ 5 m da p.c. (vedi tabella misure piezometriche)</b>				

**Tabella 1 – Stratigrafia di progetto.**

Nella tabella seguente si riassumono i parametri geotecnici come desunti dalla caratterizzazione geotecnica generale.

Parametri	Strato 1	Strato 2
	L(S)	S(L)
$\gamma_t$ (kN/m <sup>3</sup> )	17	17
GSI	-	-
$\sigma_c$ (MPa)	-	-
$\sigma_t$ (MPa)	-	-
$m_i$ (-)	-	-
$\phi'$ (°)	30	32
$c'$ (kPa)	0	0
$c_u$ (kPa)	-	-
$V_s$ (m/s)	80 – 120 <sup>(*)</sup>	170 - 200 <sup>(*)</sup>
$G_0$ (MPa)	12 – 25 <sup>(*)</sup>	70 - 90 <sup>(*)</sup>
$E_{op}$ (MPa)	6 – 10 <sup>(*)</sup>	30 - 40 <sup>(*)</sup>
$\nu'$ (-)	0.25	0.25
$k$ (m/s)	$5 \times 10^{-5}$	$5 \times 10^{-5}$

Nota: (\*) crescente con la profondità

**Tabella 2 - Parametri geotecnici di calcolo.**



	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RI00 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>9 di 42</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	9 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	9 di 42								

## 5 CRITERI PROGETTUALI

### 5.1 VITA NOMINALE

La vita nominale di un'opera strutturale  $V_N$  è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

Nel presente caso l'opera viene inserita nella seguente tipologia di costruzione :

2) *Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale*

La vita nominale è pertanto pari a 75 anni.

### 5.2 CLASSE D'USO

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di un'interruzione di operatività o di un eventuale collasso, l'opera appartiene alla seguente classe d'uso:

**Classe III:** *Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.*

Il coefficiente d'uso è pari a 1.50.

### 5.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione al periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_u$ .

Pertanto  $V_R = 75 \cdot 1.5 = 112.5$  anni

## 6 ANALISI DEI CARICHI STATICI DI PROGETTO

### 6.1 STATICA DELLE TERRE E DELL'ACQUA

La spinta del terreno viene determinata investigando l'interazione statica tra il terreno e la struttura deformabile, a partire da uno stato di spinta a riposo del terreno sulla paratia.

I parametri che identificano il tipo di legge costitutiva possono essere distinti in due sottoclassi: parametri di spinta e parametri di deformabilità del terreno.

I parametri di spinta sono il coefficiente di spinta a riposo  $K_0$ , il coefficiente di spinta attiva  $K_A$  e il coefficiente di spinta passiva  $K_P$ .

Il coefficiente di spinta a riposo fornisce lo stato tensionale presente in sito prima delle operazioni di scavo. Esso lega la tensione orizzontale efficace  $\sigma'_h$  a quella verticale  $\sigma'_v$  attraverso la relazione:

$$\sigma'_h = K_0 \cdot \sigma'_v$$

$K_0$  dipende dalla resistenza del terreno, attraverso il suo angolo di attrito efficace  $\phi'$ , e dalla sua storia geologica. Si può assumere che:

$$K_0 = K_{0NC} \cdot (OCR)^m$$

Dove

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>R100 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>10 di 42</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	10 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	10 di 42								

$$K_{0NC} = 1 - \text{sen } \varphi'$$

è il coefficiente di spinta a riposo per un terreno normalconsolidato (OCR=1). OCR è il grado di sovraconsolidazione e m è un parametro empirico, di solito compreso tra 0.4 e 0.7.

Il coefficiente di spinta attiva e passiva sono dati secondo Rankine per una parete liscia, da:

$$K_A = \tan^2(45 - \varphi'/2)$$

$$K_P = \tan^2(45 + \varphi'/2)$$

Per tener conto dell'angolo di attrito  $\delta$  tra paratia e terreno il software Paratie impiega per  $K_A$  e  $K_P$  la formulazione rispettivamente di Coulomb e Caquot – Kerisel.

Formulazione di Coulomb per  $k_a$ :

$$k_A = \frac{\cos^2(\varphi' - \beta)}{\cos^2 \beta \cdot \cos(\beta + \delta) \cdot \left[ 1 + \frac{\text{sen}(\delta + \varphi') \cdot \text{sen}(\varphi' - i)}{\cos(\beta + \delta) \cdot \cos(\beta - i)} \right]^2}$$

dove:

$\varphi'$  è l'angolo di attrito del terreno

$\beta$  è l'angolo d'inclinazione del diaframma rispetto alla verticale

$\delta$  è l'angolo di attrito paratia-terreno

$i$  è l'angolo d'inclinazione del terreno a monte della paratia rispetto all'orizzontale

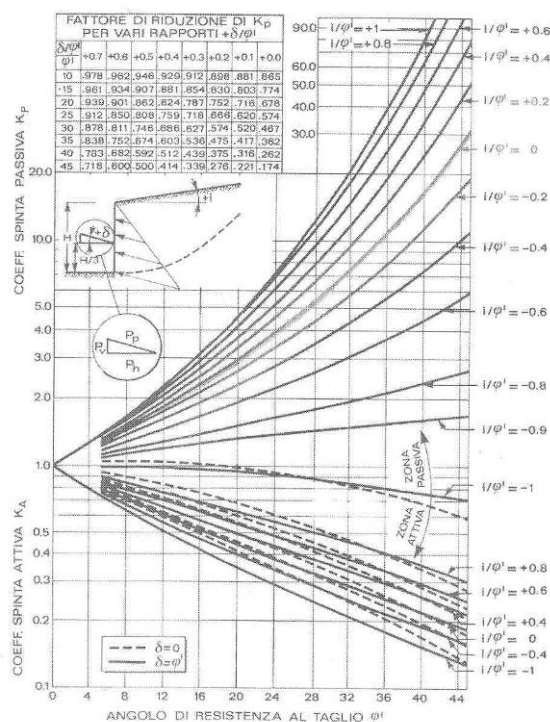


Figura 2 –Formulazione di Caquot – Kerisel per  $K_P$  che considera superfici di rottura curvilinee.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RI00 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>11 di 42</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	11 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	11 di 42								

Il valore limite della tensione orizzontale sarà dato da:

$$\sigma'_h = K_a \sigma'_v - 2c' \sqrt{K_a}$$

$$\sigma'_h = K_p \sigma'_v + 2c' \sqrt{K_p}$$

a seconda che il collasso avvenga rispettivamente in spinta attiva o passiva.

$c'$  è la coesione drenata del terreno.

## 6.2 PESO PROPRIO

Il peso proprio del palo è pari a:

$$P_{\text{palo}} = \pi \cdot 0.8^2 / 4 \cdot 25 = 12.57 \text{ kN/m}$$

Il peso proprio del rivestimento è pari a:

$$P_{\text{rivest.}} = 0.30 \cdot 1.00 \cdot 25 = 7.50 \text{ kN/m}$$

Il peso del cordolo che fuoriesce dal piano campagna è pari a:

$$P_c = 25 \cdot 1.20 \cdot 0.90 = 27.00 \text{ kN/m}$$

## 6.3 PESO PROPRIO BARRIERA ANTIRUMORE

Le barriere antirumore presente sulle opere di sostegno sono del tipo H4 (altezza massima da estradosso cordolo = 5.30 m) per la quale si ha a disposizione la relativa relazione di calcolo (RFI DTC ICI AM ST 01 2010). Come da relazione di calcolo tipologica si considera per i pannelli in acciaio inox bagnati 1.50 kN/m<sup>2</sup> e per i pannelli in cemento armato 3.00 kN/m<sup>2</sup>. Il passo dei montanti in acciaio è pari a 3 m.

Pertanto si ottiene un carico lineare pari a:

$$P_p \text{ pannello bagnato in acciaio:} \quad 4.50 \quad \text{kN/m}$$

$$P_p \text{ pannello bagnato in c.a.:} \quad 9.00 \quad \text{kN/m}$$

$$P_{T \rightarrow T}: \quad 13.50 \quad \text{kN/m}$$

$$20\% P_p \text{ (peso montante in acciaio):} \quad 2.65 \quad \text{kN/m}$$

$$P_{T \rightarrow T} \approx \quad 16.15 \quad \text{KN/m}$$

$$M_{T \rightarrow T} = 16.15 \cdot 0.96 = 15.50 \text{ kNm/m} \quad \text{momento rispetto all'asse della paratia}$$

Tali carichi si applicano in testa al cordolo della paratia come carichi concentrati.

## 6.4 AZIONE DEL VENTO

Il vento, la cui direzione si considera generalmente orizzontale, esercita sulle costruzioni azioni che variano nel tempo e nello spazio provocando, in generale, effetti dinamici.

Per le costruzioni usuali tali azioni sono convenzionalmente ricondotte ad azioni statiche equivalenti dirette secondo due assi principali della struttura, tali azioni esercitano normalmente all'elemento di parete o di copertura, pressioni e depressioni  $p$  (indicate rispettivamente con segno positivo e negativo) di intensità calcolate con la seguente espressione:

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RI00 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>12 di 42</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	12 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	12 di 42								

$$p = q_b c_e c_p c_d$$

$q_b$  - Pressione cinetica di riferimento

$c_e$  - Coefficiente di esposizione

$c_p$  - Coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico)

$c_d$  - Coefficiente dinamico

### Pressione cinetica di riferimento:

La pressione cinetica di riferimento  $q_b$  in (N/m<sup>2</sup>) è data dall'espressione:

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2$$

$\rho$  - Densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1.25 kg/m<sup>3</sup>.

### Coefficiente di esposizione:

Il coefficiente d'esposizione  $c_e$  dipende dall'altezza  $z$  sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione ( $k_r$ ,  $z_0$ ,  $z_{min}$ ).

Zona vento = 3 (  $v_{b,0} = 27$  m/s;  $A_0 = 500$  m;  $K_a = 0.020$  1/s );

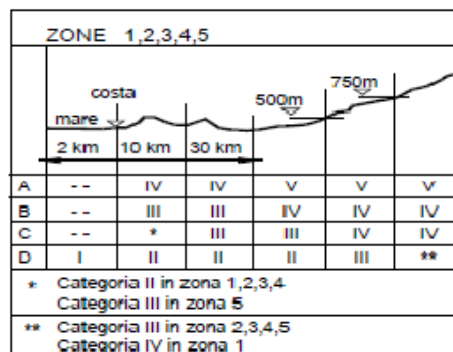


Figura 3 - Schema per la definizione della categoria di esposizione – cfr. NTC08.

Classe di rugosità del terreno: C - Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...).

Categoria di esposizione del sito	$k_r$	$z_0$ [m]	$z_{min}$ [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

Figura 4 – Tabella per la determinazione dei parametri  $k_r$ ,  $z_0$  e  $z_{min}$  – cfr. NTC08.

Facciamo riferimento ad una barriera alta 6.50 m.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RI00 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>13 di 42</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	13 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	13 di 42								

Categoria esposizione III

$k_r$	0.20		Cat. II (D.M.08, Tab 3.3.II)
$z_0$	0.10	m	
$z_{min}$	5.00	m	
$z$	6.50	m	altezza sul suolo del punto considerato (Z+H)

**Tabella 3 – Tabella riassuntiva dei parametri necessari alla determinazione dell'azione del vento.**

Il valore di  $c_e$  può essere ricavato mediante la relazione:

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \left[ 7 + c_t \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \right] \text{ per } z > z_{min}$$

$$c_e(z) = c_e(z_{min}) \text{ per } z < z_{min}$$

Il coefficiente di topografica  $C_t = 1$

Nel caso in esame abbiamo quindi:

Pressione cinetica di riferimento ( $q_b$ ) =  $1/2 \rho v_b^2 = 1/2 \cdot 1.25 \cdot 27^2 = 0.456 \text{ kN/m}^2$ ;

Coefficiente di forma  $C_p = 1.2$  pareti isolate - paragrafo 7.4.1 dell'EC1, prospetto 7.9 – zona D;

Coefficiente dinamico ( $C_d$ ) = 1.00;

Coefficiente di esposizione topografica ( $C_t$ ) = 1.00;

Altezza della barriera = Z+H = 6.50 >  $z_{min}$ ;

Coefficiente di esposizione  $C_e(6.50) = 1.83$ .

Noti  $q_b$ ,  $C_e$ ,  $C_p$ ,  $C_d$  si ricava la pressione del vento, secondo D.M. 2008:

$$P_{VENTO} = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d = 0.456 \cdot 1.83 \cdot 1.20 \cdot 1.0 = \mathbf{1.02 \text{ kN/m}^2} \rightarrow \text{Pressione del vento}$$

La pressione del vento si considera agente su un metro lineare di barriera antirumore. Si assume un'altezza complessiva per la barriera pari a 6.50 m.

Per le verifiche le azioni in testa alla paratia (dovute all'azione del vento) saranno valutate con le seguenti formulazioni:

$$V_{Vento} = 1.02 \cdot 6.50 = \mathbf{6.63 \text{ kN/m}}$$

$$M_{Vento} = 6.63 \cdot 3.25 = \mathbf{21.55 \text{ kNm/m}}$$

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>R100 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>14 di 42</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	14 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	14 di 42								

## 6.5 AZIONE DEL SOVRACCARICO A TERGO DELLA PARATIA

In fase di scavo provvisorio (prima della realizzazione del rivestimento interno) e in fase di esercizio, si adotta un sovraccarico pari a 10 kPa dovuto ai mezzi di cantiere in fase provvisoria e ad eventuali mezzi agricoli in fase definitiva.

## 7 DETERMINAZIONE DELL'AZIONE SISMICA DI PROGETTO

### 7.1 VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $c_u$ :

$$V_R = V_N \cdot c_u = 75 \cdot 1.50 = 112.5 \text{ anni (periodo di riferimento).}$$

Fissata la vita di riferimento  $V_R$ , i due parametri  $T_R$  e  $P_{VR}$  sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = -\frac{c_u \cdot V_N}{\ln(1 - P_{VR})}$$

	STATO LIMITE	$P_{VR}$ : probabilità di superamento nel periodo di riferimento
SLE	SLO - Stato Limite di Operatività	81%
	SLD - Stato Limite di Danno	63%
SLU	SLV - Stato Limite di salvaguardia della Vita	10%
	SLC - Stato Limite di prevenzione del Collasso	5%

**Tabella 4 - Probabilità di superamento PVR al variare dello stato limite considerato.**

#### 7.1.1 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale. Per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento in accordo a quanto indicato nel § 3.2.2 delle NTC2008. I terreni di progetto possono essere caratterizzati come appartenenti a terreni di **Categoria C**.

#### 7.1.2 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

In condizioni topografiche superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ$

   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>R100 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">RI0005 006</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">15 di 42</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	15 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	15 di 42								

	$\leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

**Tabella 5 - Classificazione topografie superficiali.**

Le categorie topografiche appena definite si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m. L'area interessata risulta classificabile come T1.

### 7.1.3 AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA E TOPOGRAFICA

In riferimento a quanto indicato nel §3.2.3.2.1 delle NTC2008 per la definizione dello spettro elastico in accelerazione è necessario valutare il valore del coefficiente  $S = S_S \cdot S_T$  e di  $C_C$  in base alla categoria di sottosuolo e alle condizioni topografiche; si fa riferimento nella valutazione dei coefficienti alle tabelle che sono riportate di seguito.

Categoria sottosuolo	$S_S$	$C_C$
A	1.00	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_C^*)^{-0.20}$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_C^*)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_C^*)^{-0.50}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_C^*)^{-0.40}$

**Tabella 6 - Tabella delle espressioni per  $S_S$  e  $C_C$ .**

Categoria Topografica	Ubicazione dell'intervento dell'opera	$S_T$
T1	-	1.0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

**Tabella 7 - Tabella valori massimi del coeff. di amplificazione topografica  $S_T$ .**



  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>R100 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>16 di 42</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	16 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	16 di 42								

### 7.1.4 SPETTRI DI RISPOSTA SLV

Di seguito si riportano i valori dei parametri spettrali dipendenti dal sito dell'opera in oggetto. La latitudine e la longitudine di riferimento sono riferite al sistema ED50 e sono pari a (vedi fig.):

#### FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate      LONGITUDINE:       LATITUDINE:

Ricerca per comune      REGIONE:       PROVINCIA:       COMUNE:

**Elaborazioni grafiche**

Grafici spettri di risposta |>

Variabilità dei parametri |>

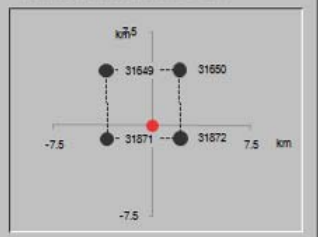
---

**Elaborazioni numeriche**


Tabella parametri |>

---

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

Sito esterno al reticolo

Interpolazione su 3 nodi

Interpolazione corretta

Interpolazione

superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

#### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$         info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $C_U$         info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$         info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$     info

Stati limite di esercizio - SLE {

SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="68"/>
SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="113"/>

Stati limite ultimi - SLU {

SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1068"/>
SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2193"/>

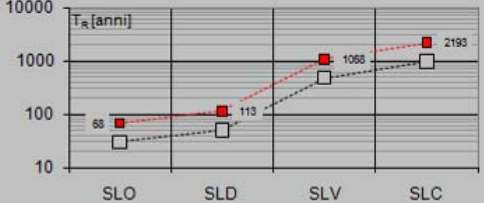
**Elaborazioni**

Grafici parametri azione |>

Grafici spettri di risposta |>

Tabella parametri azione |>

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3



RI00 - Linea Canello - Frasso Telesino  
Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	17 di 42

### FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

**Stato Limite**  
Stato Limite considerato: **SLV** info

**Risposta sismica locale**  
 Categoria di sottosuolo: **C** info  $S_S = 1.376$   
 Categoria topografica: **T1** info  $h/H = 0.000$   $C_0 = 1.382$  info  $S_T = 1.000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

**Compon. orizzontale**  
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento  $\xi$  (%): **5**  $\eta = 1.000$  info  
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore  $q_0$ : **1** Regol. in altezza: **si** info

**Compon. verticale**  
 Spettro di progetto Fattore  $q$ : **1.5**  $\eta = 0.667$  info

**Elaborazioni**  
 Grafici spettri di risposta  
 Parametri e punti spettri di risposta

**Spettri di risposta**

$S_{ps}$  [g]  
 $S_{sv}$  [g]  
 $S_e$  [g]

— Spettro di progetto - componente orizzontale  
 — Spettro di progetto - componente verticale  
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

T [s] 4

INTRO    FASE 1    FASE 2    FASE 3

R100 - Linea Canello - Frasso Telesino  
Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	18 di 42

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato IirSLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_n$	0.218 g
$F_c$	2.478
$T_c$	0.435 s
$S_a$	1.376
$C_c$	1.382
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.376
$\eta$	1.000
$T_B$	0.200 s
$T_C$	0.601 s
$T_D$	2.472 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_a \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10 \cdot (5 + \xi)} \geq 0.55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4.0 \cdot a_n / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_d(T) = a_n \cdot S \cdot \eta \cdot F_b \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_b} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_d(T) = a_n \cdot S \cdot \eta \cdot F_b$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_d(T) = a_n \cdot S \cdot \eta \cdot F_b \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_d(T) = a_n \cdot S \cdot \eta \cdot F_b \cdot \left( \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $\eta/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.300
$T_B$	0.200	0.744
$T_C$	0.601	0.744
	0.690	0.647
	0.779	0.573
	0.868	0.515
	0.957	0.467
	1.046	0.427
	1.136	0.393
	1.225	0.365
	1.314	0.340
	1.403	0.318
	1.492	0.299
	1.581	0.283
	1.670	0.267
	1.759	0.254
	1.849	0.242
	1.938	0.231
	2.027	0.220
	2.116	0.211
	2.205	0.203
	2.294	0.195
	2.383	0.187
$T_D$	2.472	0.181
	2.545	0.171
	2.618	0.161
	2.691	0.153
	2.763	0.145
	2.836	0.137
	2.909	0.131
	2.982	0.124
	3.054	0.118
	3.127	0.113
	3.200	0.108
	3.273	0.103
	3.345	0.099
	3.418	0.095
	3.491	0.091
	3.564	0.087
	3.636	0.084
	3.709	0.080
	3.782	0.077
	3.855	0.074
	3.927	0.072
	4.000	0.069

**7.2 ANALISI PSEUDOSTATICA**

In condizioni sismiche, nelle analisi eseguite con il metodo pseudostatico, i valori dei coefficienti sismici orizzontali e verticali, nelle verifiche allo stato limite ultimo, possono essere assunti come definito al paragrafo 7.11.6.3.1 delle NTC 2008 e di seguito riportate:

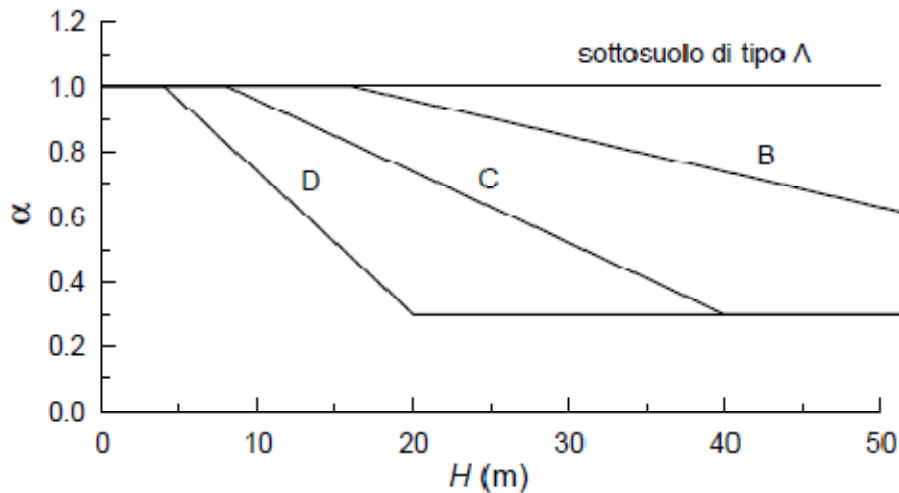
	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>R100 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>19 di 42</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	19 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	19 di 42								

$$a_H = k_H \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max}$$

$$a_v = 0$$

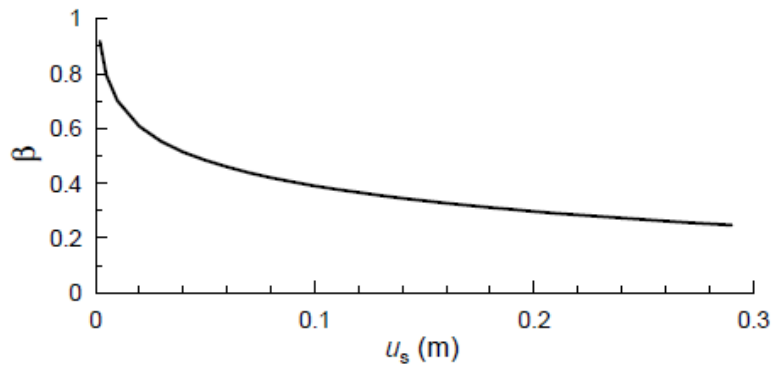
essendo

$\alpha$  = coefficiente di deformabilità (si veda figura seguente);



**Figura 5 - Diagramma per la valutazione del coefficiente di deformabilità  $\alpha$ .**

$\beta$  = coefficiente di spostamento (si veda figura seguente); dove  $u_s \leq 0.005H$  rappresenta il massimo spostamento che l'opera può tollerare senza perdite di resistenza.



**Figura 6 – Diagramma per la valutazione del coefficiente di spostamento  $\beta$ .**

Se  $\alpha \cdot \beta \leq 0.2$   $\alpha \cdot \beta \leq 0.2 \cdot a_{max}/g$  deve assumersi  $k_H = 0.2 \cdot a_{max}/g$ .

I parametri che caratterizzano l'azione sismica sono riportati nella tabella seguente:

$a_{max} (g) = S_s \cdot S_T \cdot a_g / g$	0.218
Categoria del suolo	C
Altezza paratia H	9.4

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>R100 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>20 di 42</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	20 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	20 di 42								

Coefficiente di deformabilità $\alpha$	1
Coefficiente di spostamento $\beta$	0.47
$a_H = \alpha \cdot \beta \cdot a_{max} (g)$	0.145
$a_v =$	0.0

**Tabella 8 - Verifica paratia - Parametri azione sismica**

### 7.2.1 CALCOLO INERZIA SISMICA SULLA PARATIA

L'inerzia sismica della paratia è calcolata dal programma in automatico, attraverso la relazione:

$$F_h = a_H \cdot W$$

### 7.2.2 CALCOLO INERZIA SISMICA SULLA BARRIERA

Per la valutazione della forza alla base del manufatto, indotta dal moto sismico, si procede facendo riferimento a quanto prescritto dalle normative vigenti. L'azione sismica sarà calcolata in base alla frequenza di vibrazione fornita dalla relazione di calcolo della barriera H4 già citata.

$$f_{1,PA} = 6.76 \text{ Hz (frequenza con pannello asciutto)} \rightarrow T_{1,PA} = 1/f_{1,PA} = 1/6.76 = 0.1485 \text{ s};$$

$$f_{1,PB} = 4.55 \text{ Hz (frequenza con pannello bagnato)} \rightarrow T_{1,PB} = 1/f_{1,PB} = 1/4.55 = 0.220 \text{ s}.$$

Tenendo presente dei dati in i parametri dello spettro di risposta elastica sono di seguito riportati:

	$T_R$ (anni)	$a_g$ (g)	$F_0$	$T_C^*$ (s)
SLV	1068	0.218	2.478	0.435

**Tabella 9– Parametri spettro di risposta in funzione di  $T_R$**

I valori delle ordinate dello spettro in funzione delle due frequenze naturali della struttura, rispettivamente in condizioni di pannelli asciutti e bagnati, sono pari:

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \cdot \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \quad \text{con} \quad 0 \leq T < T_B$$

$$S_e(T_{1,PA}) = 0.218 \cdot g \cdot 1.376 \cdot 2.478 \cdot [0.1485/0.200 + 1/(1 \cdot 2.478) \cdot (1 - (0.1485/0.201))] = \mathbf{0.633 \text{ g}}.$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \quad \text{con} \quad T_B \leq T < T_C$$

$$S_e(T_{1,PB}) = 0.218 \cdot g \cdot 1.376 \cdot 2.478 = \mathbf{0.743 \text{ g}}.$$

La componente della forza sismica orizzontale legata alla massa della barriera è data dalla seguente formula presente nel D.M.2008:

$$F_{h,i} = S_e(T_i) \cdot W_i \cdot \frac{\lambda}{g}$$

Prendiamo lo spettro che massimizza l'effetto sismico, quindi consideriamo  $S_e(T) = 0.743 \text{ g}$

Per le verifiche avremo:

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>R100 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>21 di 42</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	21 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	21 di 42								

$$W_{PA/PB} = 16.15 \text{ kN}$$

Peso della striscia di 1.0 m di barriera.

La componente orizzontale generata dal sisma vale pertanto:

$$F_{h,P} = 0.743 \cdot g \cdot 16.15 \cdot 1/g = \mathbf{12.00 \text{ kN/m}}$$
 Forza orizz. sismica per metro lineare di barriera

$$M_P = 12.00 \cdot 3.25 = \mathbf{39.00 \text{ kNm/m}}$$
 Momento sismico per metro lineare di barriera

### 7.2.3 CALCOLO DELLA SPINTA SISMICA

Nei modelli di calcolo si considera la spinta derivante dall'oscillazione del cuneo di terreno spingente con l'applicazione del diagramma triangolare di pressioni, tipico delle opere di sostegno, avente la risultante a 1/3 dell'altezza. La teoria di Mononobe-Okabe fa uso del metodo dell'equilibrio limite e può essere considerata una estensione del metodo di Coulomb, in cui alle usuali spinte al contorno del cuneo instabile di terreno vengono sommate anche le azioni inerziali orizzontali e verticali dovute all'accelerazione delle masse.

Le ipotesi che stanno alla base del metodo sono quindi:

- Terreno isotropo, omogeneo e dotato di attrito e/o coesione.
- Terreno che, a causa degli spostamenti del muro, si trova in uno stato di equilibrio plastico.
- Superficie di rottura piana.
- Superficie superiore del cuneo anche inclinata ma di forma piana.
- La resistenza per attrito e per coesione si sviluppa uniformemente lungo la superficie di rottura.
- Può esistere attrito tra paramento del muro e terreno, che si sviluppa al primo spostamento del muro.
- Il paramento del muro può essere inclinato ma non spezzato in più parti.
- L'effetto delle accelerazioni  $k_h$  e  $k_v$  viene intrinsecamente considerato nel baricentro del cuneo instabile.

Il coefficiente  $K_{A/P}$  viene calcolato utilizzando la formulazione di Mononobe-Okabe, in cui i simboli usati sono:

$\phi$  = angolo di attrito interno del terreno.

$\psi$  = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete interessata del muro.

$\beta$  = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della superficie del terrapieno.

$\delta$  = angolo di attrito terreno-muro.

$\theta$  = angolo di rotazione addizionale definito come segue.

$$\tan(\theta) = \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

Il coefficiente per stati di spinta attiva si divide in due casi:

$$K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \cdot \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

$\beta \leq \phi - \theta :$

$$K_a = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi - \theta - \delta)}$$

$\beta > \phi - \theta :$

Il coefficiente per stati di spinta passiva è invece:

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RI00 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>22 di 42</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	22 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	22 di 42								

$$K_p = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \cdot \sin^2 \psi \cdot \sin(\psi + \theta) \cdot \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\phi) \cdot \sin(\phi + \beta - \theta)}{\sin(\psi + \beta) \cdot \sin(\psi + \theta)}} \right]^2}$$

Nel caso di accelerazione sismica solo orizzontale l'angolo  $\theta$  è unico e la spinta attiva e passiva risulta univocamente determinata; viceversa le formule forniscono due distinti valori, che corrispondono alla presenza di accelerazione sismica verticale verso l'alto e verso il basso.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>R100 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>23 di 42</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	23 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	23 di 42								

## 8 VERIFICHE AGLI STATI LIMITI

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC-2008 al par.2.5.3:

Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots;$$

Combinazione caratteristica rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche delle tensioni d'esercizio:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} \dots;$$

Combinazione caratteristica frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} \dots;$$

Combinazione quasi permanente, impiegata per gli effetti a lungo termine, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} \dots;$$

Combinazione sismica, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

I valori dei coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_F$ ,  $\gamma_M$  e  $\gamma_R$ , nonché i coefficienti di combinazione  $\psi$  delle azioni, sono dati dalle tabelle NTC2008 5.2.V, 5.2.VI, 6.2.II e 6.4.II che vengono riportate nel seguito.

L'analisi mira a garantire la sicurezza e le prestazioni attese attraverso il conseguimento dei seguenti requisiti:

- sicurezza nei confronti degli Stati Limite di Esercizio.
- sicurezza nei confronti degli Stati Limite Ultimi

Tali verifiche sono state effettuate applicando il primo approccio progettuale (Approccio 1) che prevede le due seguenti combinazioni di coefficienti:

- Combinazione 1: A1+M1+R1 (STR)
- Combinazione 2: A2+M2+R2 (GEO)

Nelle condizioni di esercizio gli spostamenti dell'opera sono stati valutati per verificarne la compatibilità con la funzionalità dell'opera e con la sicurezza delle opere adiacenti.

In particolare sono stati verificati i seguenti stati limite ultimi:

- collasso per rotazione intorno a un punto dell'opera;
- raggiungimento della resistenza strutturale della paratia.

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RI00 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>24 di 42</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	24 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	24 di 42								

**Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica**

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast <sup>(3)</sup>	favorevoli	$\gamma_B$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico <sup>(4)</sup>	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 <sup>(5)</sup>	0,20 <sup>(5)</sup>
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	$\gamma_P$	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 <sup>(6)</sup>	1,00 <sup>(7)</sup>	1,00	1,00	1,00

<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.  
<sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.  
<sup>(3)</sup> Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.  
<sup>(4)</sup> Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.  
<sup>(5)</sup> Aliquota di carico da traffico da considerare.  
<sup>(6)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna  
<sup>(7)</sup> 1,20 per effetti locali



  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>R100 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">COMMESSA</td> <td style="text-align: center;">LOTTO</td> <td style="text-align: center;">CODIFICA</td> <td style="text-align: center;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: center;">REV.</td> <td style="text-align: center;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">IF1N</td> <td style="text-align: center;">01 E ZZ</td> <td style="text-align: center;">CL</td> <td style="text-align: center;">RI0005 006</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">25 di 42</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	25 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	25 di 42								

**Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione  $\psi$  delle azioni.**

Azioni		$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr1	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	gr2	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	-
	gr3	0,80 <sup>(2)</sup>	0,80 <sup>(1)</sup>	0,0
	gr4	1,00	1,00 <sup>(1)</sup>	0,0
Azioni del vento	F <sub>Wk</sub>	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T <sub>k</sub>	0,60	0,60	0,50

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti  $\psi_0$  relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

**Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_f$	1,0	1,0

**Tabella 6.4.II – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche.**

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	$\gamma_b$	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale <sup>(*)</sup>	$\gamma_t$	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	$\gamma_{st}$	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

<sup>(\*)</sup> da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Si ottengono le seguenti combinazioni di carico per le verifiche:

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>R100 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>26 di 42</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	26 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	26 di 42								

	A1+M1+R1 a)	A1+M1+R1 b)
Peso proprio + barriera	1.00/1.35	1.00/1.35
Spinta terreno	1.35	1.35
Sovraccarico a tergo della paratia	1.50	0.8*1.50
Vento	0.6*1.50	1.50

	A2+M2+R2 a)	A2+M2+R2 b)
Peso proprio + barriera	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00
Sovraccarico a tergo della paratia	1.30	0.8*1.30
Vento	0.6*1.30	1.30

	SISMA A0+M1+R1 a)
Peso proprio + barriera	1.00
Spinta terreno	1.00
Sovraccarico a tergo della paratia	0.20
Vento	0.00
Inerzia orizzontale + spinta sismica terreno	1.00

	SISMA A0+M2+R2 a)
Peso proprio + barriera	1.00
Spinta terreno	1.00
Sovraccarico a tergo della paratia	0.20
Vento	0.00
Inerzia orizzontale + spinta sismica terreno	1.00

	SLE - RARA a)	SLE - RARA b)
Peso proprio + barriera	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00
Sovraccarico a tergo della paratia	1.00	0.80
Vento	0.60	1.00

	SLE - FREQ a)	SLE - FREQ b)
Peso proprio + barriera	1.00	1.00
Spinta terreno	1.00	1.00
Sovraccarico a tergo della paratia	0.50	0.00
Vento	0.00	0.50

	SLE – QP a)
Peso proprio + barriera	1.00
Spinta terreno	1.00
Sovraccarico a tergo della paratia	0.00
Vento	0.00

**Tabella 10 - Coefficienti moltiplicativi delle condizioni di carico elementari.**

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RI00 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>27 di 42</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	27 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	27 di 42								

## 8.1 CRITERI DI VERIFICA STRUTTURALE

Le verifiche di resistenza delle sezioni sono eseguite secondo il metodo semiprobabilistico agli stati limite. I coefficienti di sicurezza adottati sono i seguenti:

- coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo: 1.50;
- coefficiente parziale di sicurezza per l'acciaio in barre: 1.15.

Il paragrafo in oggetto illustra nel dettaglio i criteri generali adottati per le verifiche strutturali condotte nel progetto.

### 8.1.1 CRITERI DI VERIFICA DELLE SEZIONI IN C.A.

Per le sezioni in cemento armato si effettuano:

- verifiche per gli stati limite ultimi a presso-flessione;
- verifiche per gli stati limite ultimi a taglio;
- verifiche per gli stati limite di esercizio.

### 8.1.2 VERIFICHE PER GLI STATI LIMITE ULTIMI A FLESSIONE-PRESSOFLESSIONE

Allo stato limite ultimo, le verifiche a flessione o presso-flessione vengono condotte confrontando (per le sezioni più significative) le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando di conseguenza il corrispondente fattore di sicurezza.

### 8.1.3 VERIFICA AGLI STATI LIMITE ULTIMI A TAGLIO

La verifica allo stato limite ultimo per azioni di taglio è condotta secondo quanto prescritto dal DM14/01/2008.

## 8.2 VERIFICA AGLI STATI LIMITE D'ESERCIZIO

Si effettuano le seguenti verifiche agli stati limite di esercizio:

stato limite delle tensioni in esercizio;  
 stato limite di fessurazione.

Nel primo caso, si esegue il controllo delle tensioni nei materiali supponendo una legge costitutiva tensioni-deformazioni di tipo lineare. In particolare si controlla la tensione massima di compressione del calcestruzzo e di trazione dell'acciaio, verificando che:

- $\sigma_c < 0.55 f_{ck}$  per combinazione di carico caratteristica (rara);
- $\sigma_c < 0.40 f_{ck}$  per combinazione di carico quasi permanente;
- $\sigma_s < 0.75 f_{yk}$  per combinazione di carico caratteristica (rara).

Nel secondo caso, si assume che le condizioni ambientali del sito in cui sorge l'opera siano aggressive e si verifica che il valore limite di apertura della fessura, calcolato per armature poco sensibili, sia al più pari ai seguenti valori nominali:

$w_1 < 0.2 \text{ mm}$  per condizioni ambientali aggressive e molto aggressive, in particolare per le zone a permanente contatto con il terreno (combinazione rara).

## 9 METODO DI ANALISI - CALCOLO PARATIA

Il calcolo agli elementi finiti delle paratie è stato effettuato utilizzando il codice PARATIE PLUS prodotto dalla "CeAs" – Milano – ITA.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RI00 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>28 di 42</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	28 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	28 di 42								

Gli effetti nelle opere di sostegno flessibile delle spinte del terreno e di eventuali azioni concentrate sono stati esaminati con l'ausilio del programma di calcolo per l'analisi di strutture di sostegno flessibili PARATIE PLUS.

PARATIE analizza il comportamento meccanico di una struttura di sostegno flessibile di uno scavo in terreno o roccia, ponendo l'accento sull'aspetto dell'interazione "locale" fra parete e terreno.

Lo studio di una parete flessibile è condotto attraverso una simulazione numerica del reale: il programma stabilisce e risolve un sistema di equazioni algebriche la cui soluzione permette di riprodurre abbastanza realisticamente l'effettivo comportamento dell'opera di sostegno.

La simulazione numerica utilizzata segue due differenti percorsi:

- -Analisi classica = viene eseguita una analisi all'equilibrio limite della singola o doppia paratia. Il calcolo delle sollecitazioni avviene per mezzo delle teorie classiche. Il calcolo degli spostamenti avviene tramite un'analisi elastica semplificata considerando lo schema di carico e di vincoli imposti dall'Utente.
- -Analisi non lineare secondo un modello "a molle" elasto plastiche" per la parte terreno. La schematizzazione in elementi finiti avviene in questo modo:

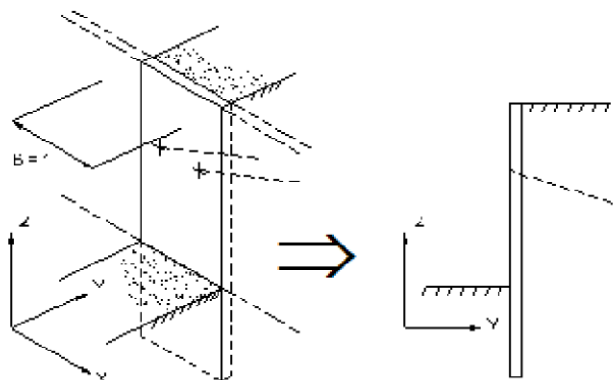
si analizza un problema piano (nel piano Y-Z): i gradi di libertà nodali attivi sono lo spostamento laterale e la rotazione fuori piano: gli spostamenti verticali sono automaticamente vincolati (di conseguenza le azioni assiali nelle pareti verticali non sono calcolate);

la parete flessibile di sostegno vera e propria è schematizzata da una serie di elementi finiti BEAM verticali;

il terreno, che spinge contro la parete (da monte e da valle) e che reagisce in modo complesso alle deformazioni della parete, è simulato attraverso un doppio letto di molle elasto-plastiche connesse agli stessi nodi della parete;

i tiranti, i puntoni, le solette, gli appoggi cedevoli o fissi, sono schematizzati tramite molle puntuali convergenti in alcuni punti (nodi) della parete ove convergono parimenti elementi BEAM ed elementi terreno.

Lo scopo di PARATIE PLUS è lo studio di un problema definito; in altre parole, il programma analizza la risposta, durante le varie fasi realizzative, di una parete caratterizzata in tutte le sue componenti (altezza, infissione e spessore della parete, entità dei tiranti, ecc.). Il problema è ricondotto a uno schema piano in cui viene analizzata una "fetta" di parete di larghezza unitaria, come mostrato nella Figura seguente.

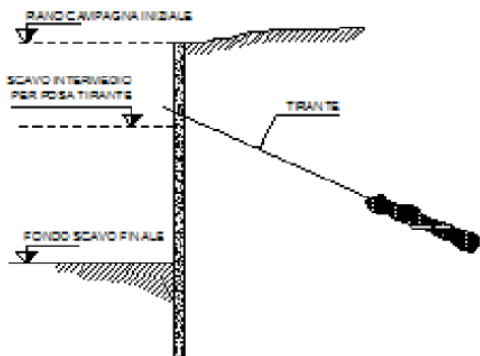


La modellazione numerica dell'interazione terreno-struttura è del tipo "TRAVE SU SUOLO ELASTICO". Le pareti di sostegno vengono rappresentate con elementi finiti trave il cui comportamento è definito dalla rigidezza flessionale EJ, mentre il terreno viene simulato attraverso elementi elastoplastici monodimensionali (molle) connessi ai nodi delle paratie; ad ogni nodo convergono uno o al massimo due elementi terreno:

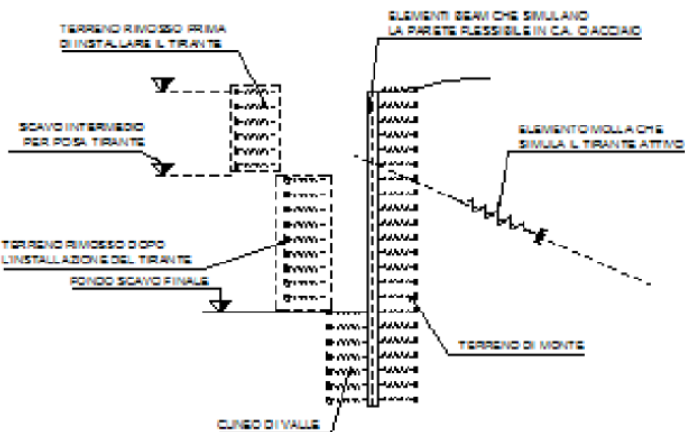
R100 - Linea Canello - Frasso Telesino  
Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	29 di 42

PROBLEMA REALE



MODELLO DI CALCOLO CON PARATIE



Il limite di questo schema sta nell'ammettere che ogni porzione di terreno, schematizzata da una "molla", abbia comportamento del tutto indipendente dalle porzioni adiacenti; l'interazione fra le varie regioni di terreno è affidata alla rigidità flessionale della parete.

PARATIE calcola internamente e aggiorna costantemente tale parametro, sulla base del modulo elastico (Young) e la geometria del muro. In altre parole, ad ogni passo, la rigidità K della "molla" viene calcolata dalla seguente equazione:

$$k = a \cdot \frac{E_s \cdot t}{L}$$

dove

- a è un fattore di scala posto pari a 1
- $E_s$  è il modulo di Young del terreno
- t è l'interasse della molla
- L è un parametro geometrico che tiene conto della geometria del muro

Il valore di L è differente in funzione del lato della paratia considerato (monte o valle):

$$L_M = \frac{2}{3} \cdot H' \cdot \tan(45^\circ - \phi/2)$$

$$L_V = \frac{2}{3} \cdot (H' - D) \cdot \tan(45^\circ + \phi/2)$$

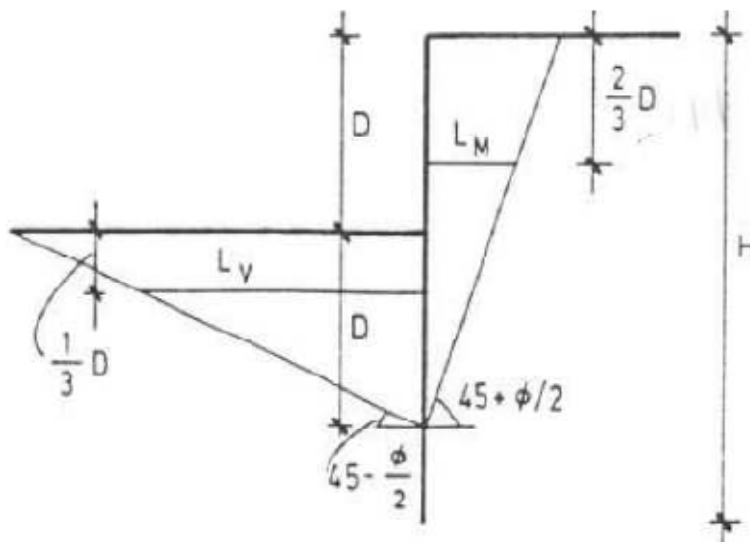
dove

- D è la profondità di scavo
- H è l'altezza totale del paramento
- H' è definito come  $\min(2D, H)$

Nella figura seguente viene riportato in via grafica il criterio per la definizione di  $L_M$  e  $L_V$ :

RI00 - Linea Canello - Frasso Telesino  
Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	30 di 42



La realizzazione dello scavo sostenuto da una o due paratie, eventualmente tirantate e/o puntonate, viene seguita in tutte le varie fasi attraverso un'analisi statica incrementale: ogni passo di carico coincide con una ben precisa configurazione caratterizzata da una certa quota di scavo, da un certo insieme di tiranti applicati, da una ben precisa disposizione di carichi applicati, ecc.

Poiché il comportamento degli elementi finiti è di tipo elastoplastico, ogni configurazione dipende in generale dalle configurazioni precedenti e lo sviluppo di deformazioni plastiche ad un certo passo condiziona la risposta della struttura nei passi successivi. La soluzione ad ogni nuova configurazione (step) viene raggiunta attraverso un calcolo iterativo alla Newton-Raphson (Bathe (1996)).

L'analisi ha lo scopo di indagare la risposta strutturale in termini di deformazioni laterali subite dalla parete durante le varie fasi di scavo e di conseguenza la variazione delle pressioni orizzontali nel terreno. Per far questo, in corrispondenza di ogni nodo è necessario definire due soli gradi di libertà, cioè lo spostamento orizzontale e la rotazione attorno all'asse X ortogonale al piano della struttura (positiva se antioraria).

Ne consegue che con questo strumento non possono essere valutati cedimenti o innalzamenti verticali del terreno in vicinanza dello scavo.

In questa impostazione particolare, inoltre, gli sforzi verticali nel terreno non sono per ipotesi influenzati dal comportamento deformativo orizzontale, ma sono una variabile del tutto indipendente, legata ad un calcolo basato sulle classiche ipotesi di distribuzione geostatica.

I contrasti sono schematizzati mediante elementi finiti che divengono attivi a partire dal momento in cui vengono inseriti. L'inserimento di tali elementi provoca nel modello due effetti:

l'insorgenza di una forza nel nodo di applicazione, corrispondente alla forza di coazione eventualmente imposta e la modifica delle rigidità globale della struttura (matrice di rigidità assemblata) attraverso l'aggiunta di un contributo pari alla rigidità del contrasto.

Quando, nelle fasi successive, in corrispondenza del nodo ove il contrasto è connesso viene a modificarsi lo spostamento, lo stato di sollecitazione nel tirante/puntone subirà incrementi pari all'incremento di spostamento moltiplicato per la rigidità. Nelle equazioni di equilibrio si tiene ovviamente conto delle variazioni di sforzo nei contrasti.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>R100 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>31 di 42</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	31 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	31 di 42								

## 10 MODELLO DI CALCOLO

### 10.1 FASI DI CALCOLO

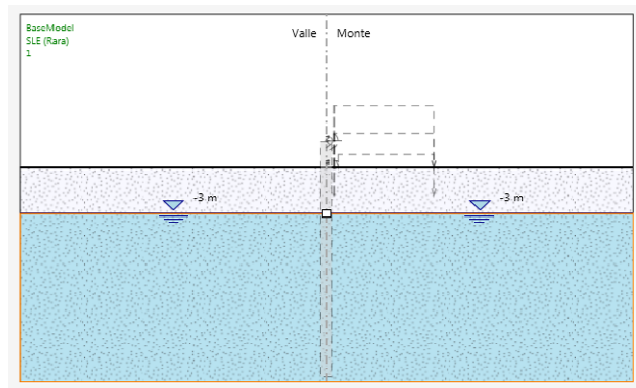


Figura 7 - Step 1: stato attuale.

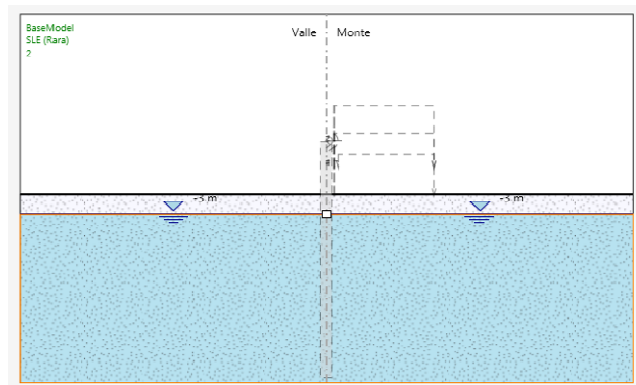


Figura 8 – Step 2: prescavo.

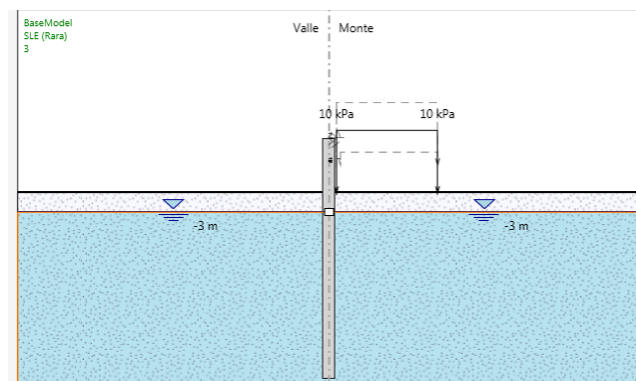


Figura 3 – Step 3: realizzazione pali  $\Phi 800$   $L_p=12.00$  m e realizzazione cordolo di testa ( $H=3.50$  M); applicazione del sovraccarico di 10 kPa.



RI00 - Linea Canello - Frasso Telesino  
Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707  
Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	32 di 42

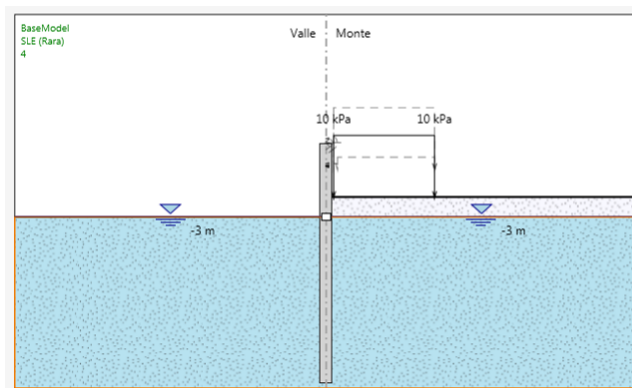


Figura 9 – Step 3: scavo fino a quota progetto.

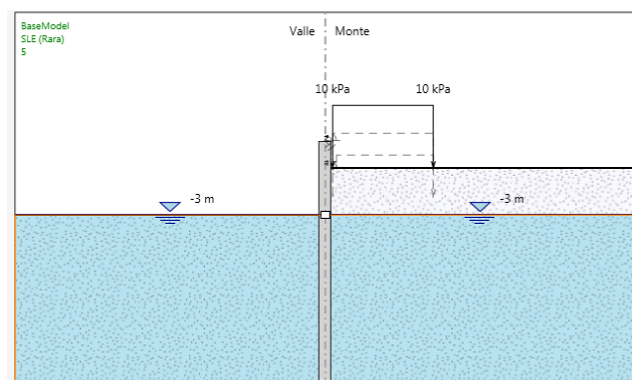


Figura 10 –Step 5: rinterro a monte.

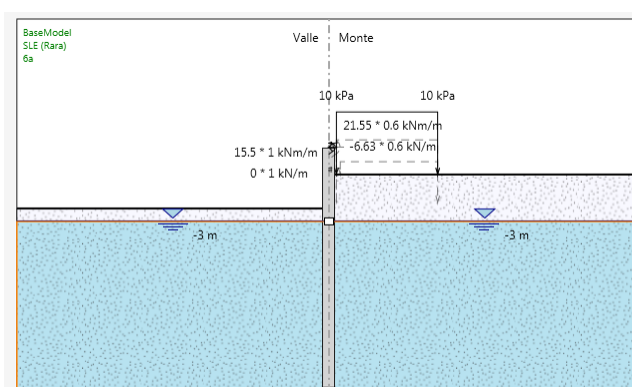


Figura 11 – Step 6a: realizzazione della barriera in testa alla paratia ( $M=15.50$  kNm/m); sovraccarico accidentale di esercizio (10 kPa) e applicazione della pressione del vento come carico concentrato in testa alla paratia ( $T=0.6*(-6.63)=-3.98$  kN/m;  $M=0.6* 21.55= 12.93$  kNm/m).



	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RI00 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>33 di 42</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	33 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	33 di 42								

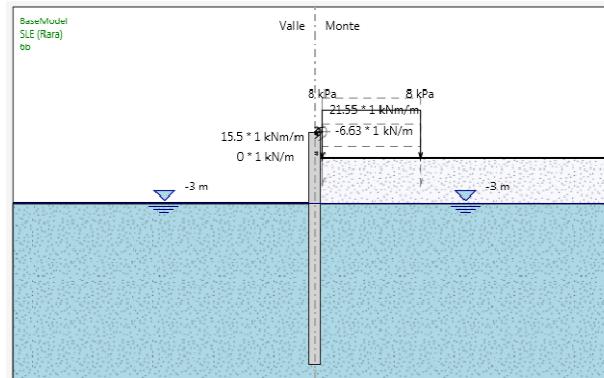


Figura 12 – Step 6b: realizzazione della barriera in testa alla paratia ( $M=15.50$  kNm/m);sovraccarico accidentale di esercizio ( $0.8*10 = 8$  kPa) e applicazione della pressione del vento come carico concentrato in testa alla paratia ( $T=1.0*(-6.63)=-6.63$  kN/m;  $M=1.0* 21.55=21.55$  kNm/m).

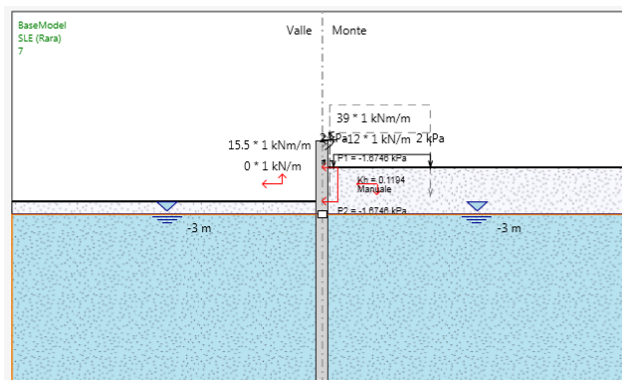


Figura 13 – Step 7: applicazione azione sismica. Sovraccarico accidentale pari a  $0.2*10 = 2$  kPa, inerzia sismica barriera applicata come carico concentrato in testa alla paratia ( $T= -12.00$  kN/m;  $M=39.00$  kNm/m), incremento di spinta sismica e inerzia della paratia applicati automaticamente dal programma di calcolo.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>R100 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>34 di 42</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	34 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	34 di 42								

## 10.2 STATO LIMITE ULTIMO STR E SIS

Nei grafici seguenti si riportano i momenti flettenti e le sollecitazioni taglianti

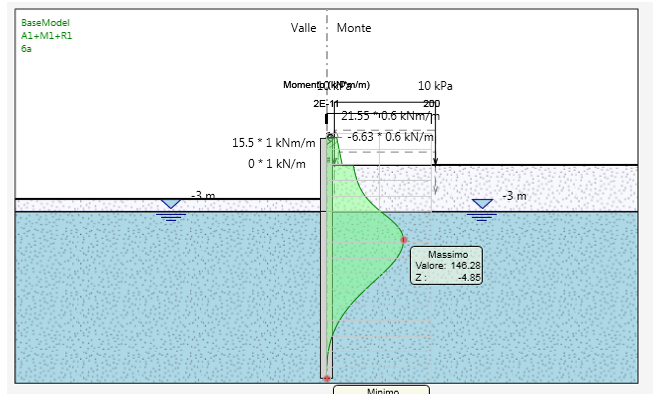


Figura 14 – Step 6a: diagramma del momento flettente A1+M1.

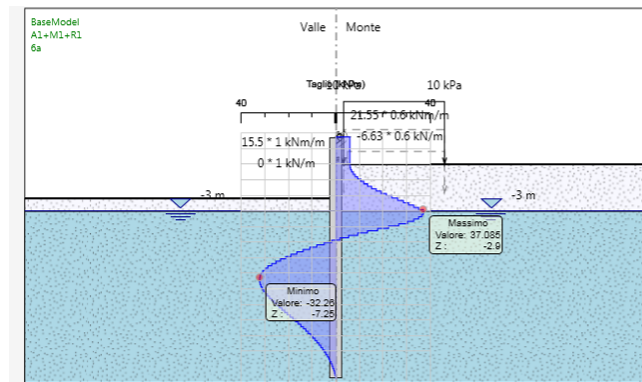


Figura 15 – Step 6a: diagramma del taglio A1+M1.

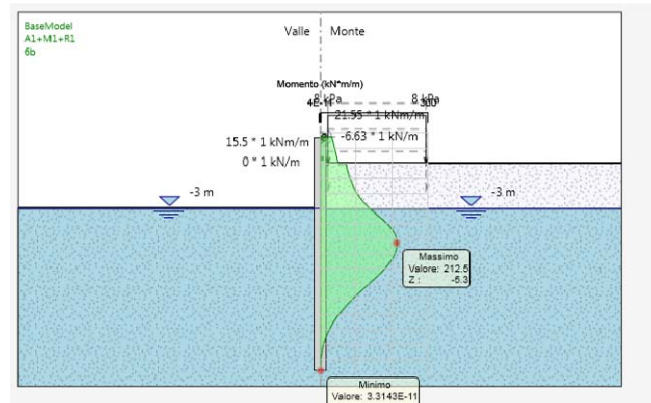
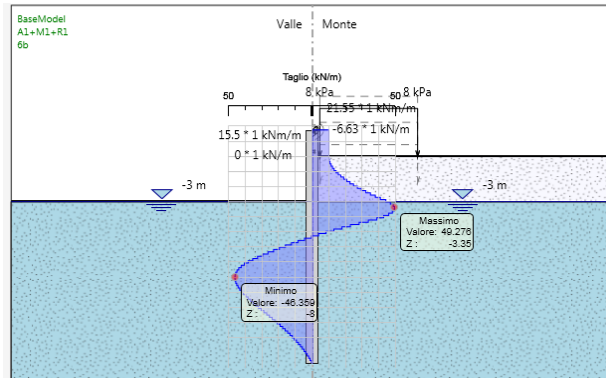


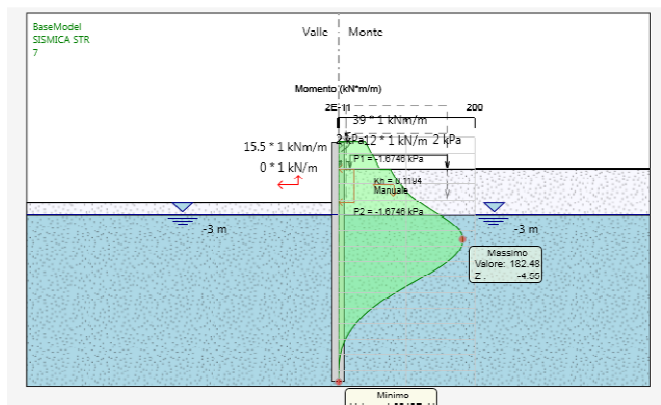
Figura 16 – Step 6b: diagramma del momento flettente A1+M1.

**R100 - Linea Canello - Frasso Telesino**  
**Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707**  
**Relazione di calcolo**

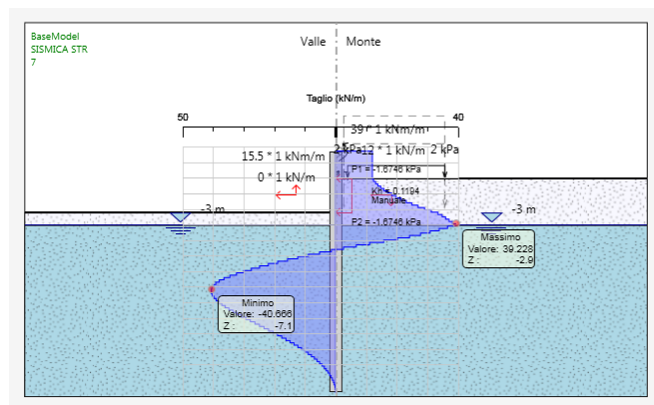
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	35 di 42



**Figura 17 – Step 6b: diagramma del taglio A1+M1.**



**Figura 18 – Step 7: diagramma del momento flettente SIS.**



**Figura 19 – Step 7: diagramma del taglio SIS.**

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>I° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>R100 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>36 di 42</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	36 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	36 di 42								

### 10.3 STATO LIMITE DI ESERCIZIO

Si riporta il diagramma dei momenti flettenti relativo agli stati limite di esercizio.

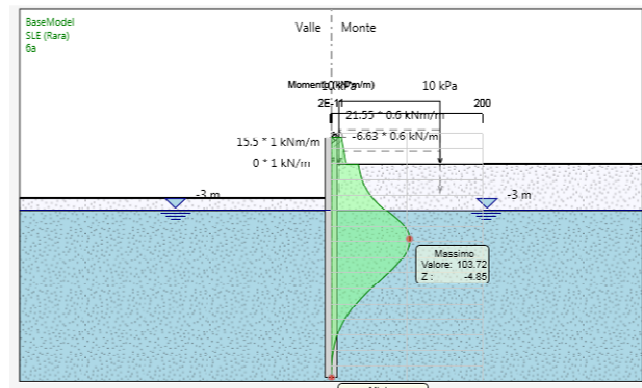


Figura 20 – Step 6a: diagramma del momento SLE.

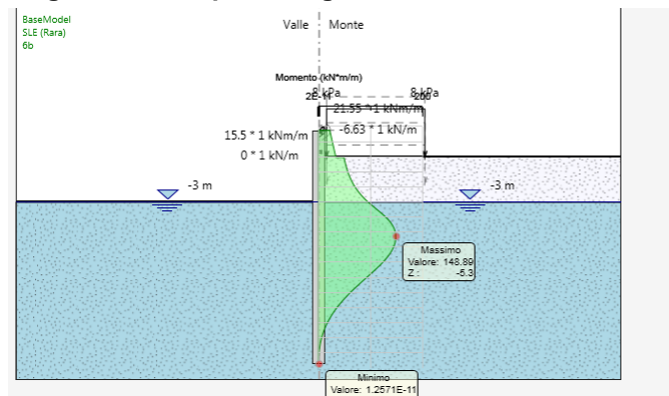


Figura 21 – Step 6b: diagramma del momento SLE.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RI00 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>37 di 42</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	37 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	37 di 42								

## 10.4 SPOSTAMENTI

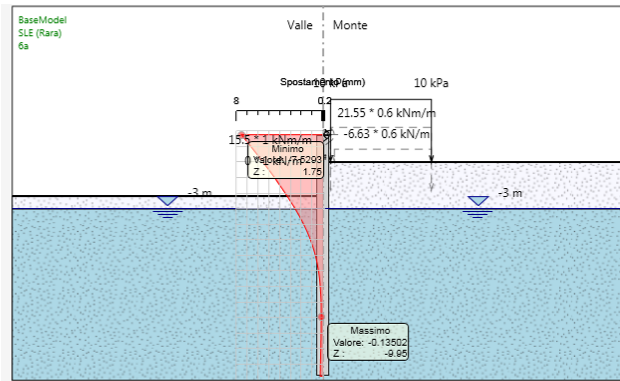


Figura 22 –Step 6a: andamento dello spostamento SLE.

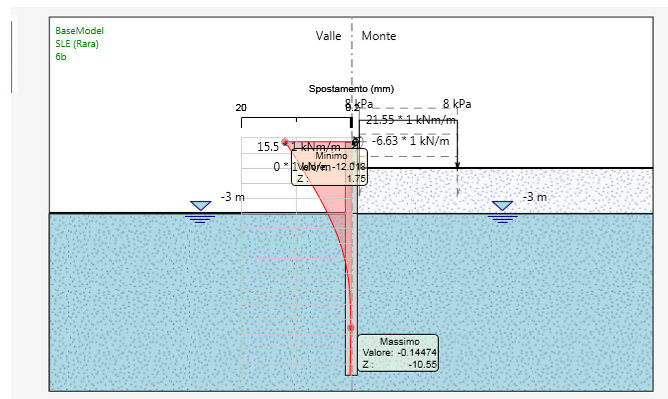


Figura 23 –Step 6b: andamento dello spostamento SLE.

Lo spostamento massimo in testa è pari a 15.5 mm; tale spostamento è compatibile con la funzione dell'opera.

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>R100 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>38 di 42</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	38 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	38 di 42								

## 10.5 SOLLECITAZIONI MASSIME

Nella tabella che segue si riportano le sollecitazioni massime con cui si sono effettuate le verifiche.

COMBINAZIONE	FASE	z	M (kNm)	T (kN)	N (kN)
STR	6a	4.05	146.28	116.47	37.09
STR	6b	3.9	212.50	122.13	49.28
SIS	7	4.2	328.15	142.86	77.17
SLE	6a	4.05	103.72	116.47	
SLE	6b	3.9	148.89	122.13	

I momenti positivi tendono le fibre controterra.

$$N_{ZMmax} = N_p + N_{barriera} N_{ELEVAZIONE} = (16.15 + 39.75) = 55.525 \text{ kN/m}$$

## 10.6 VERIFICHE STRUTTURALI

### 10.6.1 SEZIONE DI VERIFICA

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica
Posizione sezione nell'asta:	In zona critica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CONGLOMERATO - Classe: C25/30

Resis. compr. di calcolo fcd :	141.60 daN/cm <sup>2</sup>
Resis. compr. ridotta fcd' :	70.80 daN/cm <sup>2</sup>
Def.unit. max resistenza ec2 :	0.0020
Def.unit. ultima ecu :	0.0035
Diagramma tensione-deformaz. :	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec :	314750 daN/cm <sup>2</sup>
Coeff. di Poisson :	0.20
Resis. media a trazione fctm :	26.00 daN/cm <sup>2</sup>
Coeff. Omogen. S.L.E. :	15.0

Combinazioni Rare in Esercizio (Tens.Limite):

Sc Limite :	150.00 daN/cm <sup>2</sup>
Apert.Fess.Limite :	Non prevista

ACCIAIO - Tipo: B450C

Resist. caratt. snervam. fyk :	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
Resist. caratt. rottura ftk :	5400.0 daN/cm <sup>2</sup>
Resist. snerv. di calcolo fyd :	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
Resist. ultima di calcolo ftd :	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
Deform. ultima di calcolo Epu :	0.068



   	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>R100 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>39 di 42</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	39 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	39 di 42								

Modulo Elastico Ef : 2000000 daN/cm<sup>2</sup>  
 Diagramma tensione-deformaz. : Bilineare finito  
 Coeff. Aderenza ist.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 1.00 daN/cm<sup>2</sup>  
 Coeff. Aderenza diff.  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 0.50 daN/cm<sup>2</sup>  
 Comb.Rare Sf Limite : 3600.0 daN/cm<sup>2</sup>

#### CARATTERISTICHE DOMINI CONGLOMERATO

##### DOMINIO N° 1

Forma del Dominio: Circolare  
 Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circonferenza: 40.00 cm  
 Ascissa X centro circ.: 0.00 cm  
 Ordinata Y centro circ.: 0.00 cm

#### DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N.Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre  
 Xcentro Ascissa del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre gen.  
 Ycentro Ordinata del centro della circonfer. lungo cui sono disposte le barre gen.  
 Raggio Raggio in cm della circonferenza lungo cui sono disposte le barre gen.  
 N.Barre Numero di barre generate equidist. disposte lungo la circonfer.  
 Diam. Diametro in mm della singola barra generata

N.Gen.	Xcentro,cm	Ycentro,cm	Raggio,cm	N.Barre	Diam.Ø,mm
1	0.00	0.00	31.80	20	20

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)  
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.  
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.  
 Vy Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia y  
 Vx Componente del Taglio [daN] parall. all'asse princ.d'inerzia x

N.Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	11647	14628	0	3709	0
2	12213	21250	0	4928	0
3	14286	32815	0	7717	0

#### COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)  
 Mx Coppia concentrata in daNm applicata all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sez.  
 My Coppia concentrata in daNm applicata all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.

N.Comb.	N	Mx	My
1	11647	10372	0
2	12213	14889	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.2 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.9 cm  
 Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm

  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>R100 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>40 di 42</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	40 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	40 di 42								

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE**

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [in daN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Momento flettente assegnato [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N ult	Sforzo normale ultimo [in daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My ult	Momento flettente ultimo [in daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000

N.Comb.	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.
1	S	11647	14628	0	11640	71900	0	4.915
2	S	12213	21250	0	12210	72012	0	3.389
3	S	14286	32815	0	14307	72424	0	2.207

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO**

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
ec 3/7	Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef min (sistema rif. X,Y,0 sez.)
ef max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Xf max	Ascissa in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)
Yf max	Ordinata in cm della barra corrisp. a ef max (sistema rif. X,Y,0 sez.)

N.Comb.	ec max	ec 3/7	Xc max	Yc max	ef min	Xf min	Yf min	ef max	Xf max	Yf max
1	0.00350	-0.00210	0.0	40.0	0.00216	0.0	31.8	-0.00822	0.0	-31.8
2	0.00350	-0.00209	0.0	40.0	0.00216	0.0	31.8	-0.00820	0.0	-31.8
3	0.00350	-0.00205	0.0	40.0	0.00217	0.0	31.8	-0.00812	0.0	-31.8

**POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA**

a	Coeff. a nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
b	Coeff. b nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
c	Coeff. c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,0 gen.
x/d	Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N.Comb.	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000163215	-0.003028610		
2	0.000000000	0.000162927	-0.003017073		
3	0.000000000	0.000161860	-0.002974386		

**ARMATURE A TAGLIO DI INVILUPPO PER TUTTE LE COMBINAZIONI ASSEGNATE**

Diametro staffe:	12 mm	
Passo staffe:	20.0 cm	[Passo massimo di normativa = 24.0]
N.Bracci staffe:	2	
Area staffe/m :	11.3 cm <sup>2</sup> /m	[Area Staffe Minima normativa = 2.4]

**METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - VERIFICHE A TAGLIO**

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Vsdu	Taglio agente [daN] = proiezz. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vru	Taglio resistente ultimo [daN] lato conglomerato compresso



  	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>R100 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>41 di 42</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	41 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	41 di 42								

Vcd	Taglio [daN] assorbito dal conglomerato nel calcolo delle staffe
Vwd	Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed	Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro. Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro. E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Teta	Angolo [gradi sessadec.] di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Afst	Area staffe strettamente necessarie a taglio per metro di trave [cm <sup>2</sup> /m]

N.Comb.	Ver	Vsdu	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Teta	Acw	Afst
1	S	3709	95223	58970	59.2	72.0	21.80°	1.016	0.7
2	S	4928	95298	58970	59.2	72.0	21.80°	1.017	0.9
3	S	7717	95571	58970	59.2	72.0	21.80°	1.020	1.5

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione positiva di compressione nel conglomerato [daN/cm <sup>2</sup> ]
Xc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,0)
Sf min	Minima tensione negativa di trazione nell'acciaio [daN/cm <sup>2</sup> ]
Xf min	Ascissa in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Yf min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,0)
Ac eff.	Area di conglomerato [cm <sup>2</sup> ] in zona tesa considerata aderente alle barre
D fess.	Distanza calcolata tra le fessure espressa in mm
K3	Coeff. di normativa dipendente dalla forma del diagramma delle tensioni
Ap.fess.	Apertura calcolata delle fessure espressa in mm

N.Comb.	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xf min	Yf min	Ac eff.	D fess.	K3	Ap.Fess.
1	S	18.6	0.0	0.0	-170	0.0	-31.8	0	0		0.000
2	S	26.0	0.0	0.0	-255	0.0	-31.8	0	0		0.000

- $\sigma_c = 26 \text{ daN/cm}^2 < 0.55 f_{ck} = 137 \text{ daN/cm}^2$  per combinazione caratteristica (rara) **verifica soddisfatta**
- $\sigma_c = 26 \text{ daN/cm}^2 < 0.55 f_{ck} = 100 \text{ daN/cm}^2$  per combinazione quasi permanente **verifica soddisfatta**
- $\sigma_s = 255 \text{ daN/cm}^2 < 0.75 f_{yk} = 3375 \text{ daN/cm}^2$  per combinazione caratteristica (rara) **verifica soddisfatta**
- $w = 0.000 \text{ mm} < 0.2 \text{ mm}$  per combinazione caratteristica (rara) **verifica soddisfatta**

## 10.7 VERIFICHE GEOTECNICHE

Verifica della spinta passiva mobilitata.

Viene analizzata la spinta passiva mobilitata per le combinazioni di carico più gravose.

### Parete <paratia>

Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.83	D.A. SISMICA GEO (7-sisma)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.45	D.A. SISMICA GEO (7-sisma)

Dai tabulati sopra riportati emerge che il valore massimo di spinta mobilitata è pari al 83%, inferiore al limite del 100% consentito (R1=1).

	<b>ITINERARIO NAPOLI – BARI</b> <b>RADDOPPIO TRATTA CANCELLO – BENEVENTO</b> <b>1° LOTTO FUNZIONALE CANCELLO - FRASSO TELESINO E</b> <b>VARIANTE ALLA LINEA ROMA-NAPOLI VIA CASSINO NEL</b> <b>COMUNE DI MADDALONI – PROGETTO ESECUTIVO</b>												
<b>RI00 - Linea Canello - Frasso Telesino</b> <b>Opere di sostegno dal km 15+637 al km 15+707</b> <b>Relazione di calcolo</b>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF1N</td> <td>01 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>RI0005 006</td> <td>A</td> <td>42 di 42</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	42 di 42
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF1N	01 E ZZ	CL	RI0005 006	A	42 di 42								

## 11 INCIDENZE

L'incidenza dei pali  $\Phi 800$  di lunghezza 12.0 m è pari a  $140 \text{ kg/m}^3$ .

## 12 ALLEGATO 1

Allegato 1 - modello di calcolo - carico variabile principale: sovraccarico a tergo della paratia.

## 13 ALLEGATO 2

Allegato 2 - modello di calcolo - carico variabile principale: vento.